

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

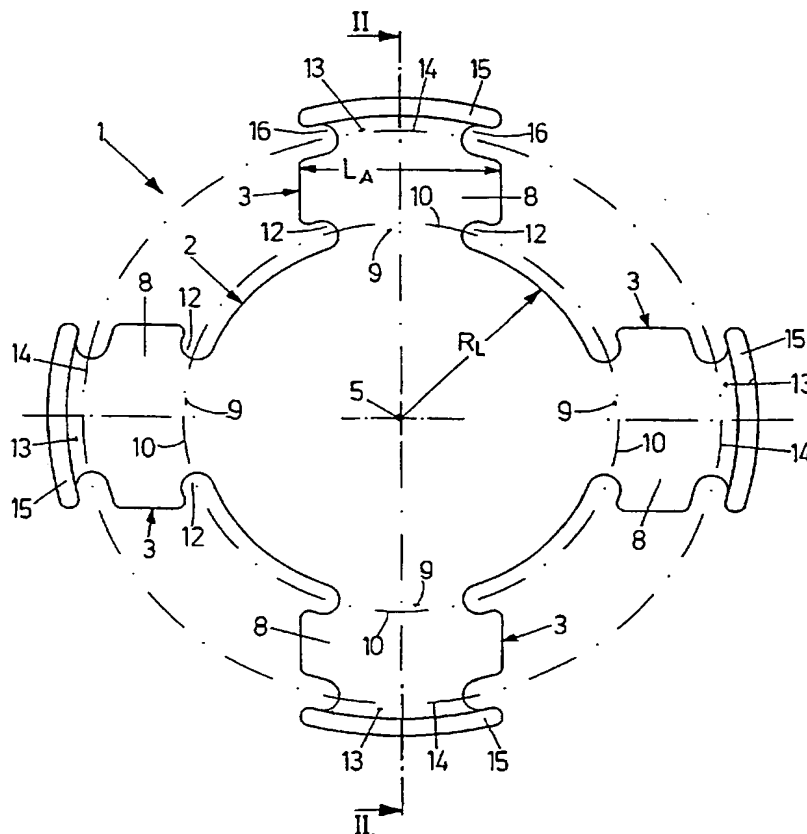
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/015668 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61F 2/16** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HUMANOPTICS AG** [DE/DE]; Spardorfer Strasse 150, 91054 ERLANGEN (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08314
- (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Juli 2002 (26.07.2002) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MESSNER, Arthur** [DE/DE]; Haidling 1, 91220 Schnaittach (DE). **HANNA, Khalil** [FR/FR]; 5, rue Cognac Jay, F-75007 Paris (FR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: **RAU, Albrecht** usw.; Königstrasse 2, 90402 Nürnberg (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 39 027.0 15. August 2001 (15.08.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTRAOCULAR IMPLANT

(54) Bezeichnung: INTRAOKULARES IMPLANTAT



(57) Abstract: The invention relates to an implant which can be adapted for receiving purposes in the capsule sack of an eye, comprising an optical lens (2) with a lens-plane (4) and a lens axis (5) extending in a perpendicular manner thereto and through the centre of the lens (2). Said implant also comprises at least two haptics (3) which respectively extend from the lens (2) in a radial manner to the outside thereof, in such a way that it forms a single piece with said lens (2) and is provided with an arm (8) which can be coupled to the lens (2) by means of a first joint (9) and a supporting element (15) connected to the outer end of the arm (8) in order to support the capsular sack in the equatorial area.

(57) Zusammenfassung: Akkommodierbares Implantat zur Aufnahme im Kapselsack eines Auges mit einer optischen Linse (2) mit einer Linsen-Ebene (4) und einer senkrecht zu dieser und mittig durch die Linse (2) verlaufenden Linsen-Achse (5) und mindestens zwei Haptiken (3), wobei jede Haptik (3) sich von der Linse (2) radial nach aussen erstreckt, mit der Linse (2) einteilig ausgebildet ist, einen Arm (8) aufweist, der an der Linse (2) mit einem ersten Gelenk (9) angelenkt

ist und ein mit dem äusseren Ende des Armes (8) verbundenes Abstütz-Element (15) zur Abstützung im Äquatorialbereich des Kapselsacks aufweist.

WO 03/015668 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Intraokulares Implantat

Die Erfindung betrifft ein akkommodierbares Implantat zur Aufnahme im Kapselsack eines Auges.

5

Aus der Literatur sind zahlreiche akkommodierbare Linsen bekannt, die in der Regel aufgrund bestehender Nachteile bisher keine Umsetzung in der Praxis gefunden haben. Für eine genaue Analyse des Standes der Technik verweisen wir auf die PCT/FR 01/00407.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfach herzustellendes und funktionsfähiges akkommodierbares Implantat zur Aufnahme im Kapselsack eines Auges zu schaffen.

15 Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

20 Zusätzliche Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung dreier Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung. Es zeigen

Fig. 1 eine Draufsicht eines Implantats gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

25

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Draufsicht eines Implantats gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie IV-IV in Fig. 3,

5

Fig. 5 eine Ausschnittvergrößerung des Querschnitts gemäß Fig. 4,

Fig. 6 eine Draufsicht eines Implantats gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel und

10

Fig. 7 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie VII-VII in Fig. 6.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 eine erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Ein akkommodierbares Implantat
15 1 zur Aufnahme im Kapselsack eines Auges weist eine zentrale optische Linse 2 sowie vier sich radial nach außen erstreckende, einteilig mit der Linse ausgebildete, armförmige Haptiken 3 auf. Die Haptiken 3 sind jeweils um 90° gegeneinander versetzt. Es ist auch möglich, eine andere Zahl von Haptiken 3 vorzusehen. Vorteilhafterweise sind die Haptiken gleich-
20 mäßig über den Umfang der Linse 2 verteilt. Die Linse 2 sowie die Haptiken 3 sind aus einem bekannten Material, z.B. biegsamem Acryl oder einem Silikonelastomer, gefertigt. Diese Materialien sind elastisch verformbar, so daß sie einerseits verformt werden können, damit das Implantat 1 durch einen winzigen Schnitt im Auge des Patienten in den Kapselsack
25 eingeführt werden kann. Andererseits weisen die Implantate 1 ein Formgedächtnis auf, das bewirkt, daß diese im Kapselsack wieder ihre ursprüngliche Ausgangsform annehmen. Die Linse 2 ist bikonvex ausgebildet, wobei auch andere Linsenformen verwendet werden können. Die Linse 2 weist eine durch ihren Äquator verlaufende Linsen-Ebene 4 auf, wobei senkrecht

zu dieser durch die Mitte der Linse 2 eine Linsen-Achse 5 verläuft. Entsprechend der Implantation des Implantats 1 in den Kapselsack des Auges weist die Linse 2 eine parallel zur Linsen-Achse 5 verlaufende, in den hinteren Bereich des Augesweisende Posterior-Richtung 6 sowie eine hierzu entgegengesetzte, in den vorderen Bereich des Augesweisende Anterior-Richtung 7 auf. Die Haptiken 3 sind in die Posterior-Richtung 6 geneigt und schließen mit der Linsen-Ebene 4 einen Winkel α ein, für den gilt: $2^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ und vorzugsweise $\alpha \approx 5^\circ$. Die Linse 2 weist im Bereich ihrer Mitte eine Dicke D_L auf, für die gilt: $0,4 \text{ mm} \leq D_L \leq 1,2 \text{ mm}$. Für den Radius R_L der Linse 2, d.h. den halben Durchmesser, gilt: $2,25 \text{ mm} \leq R_L \leq 3,25 \text{ mm}$.

Die Haptiken 3 weisen als mittleren Abschnitt einen Arm 8 auf, der über ein als Filmscharnier ausgebildetes Gelenk 9 mit der Linse 2 verschwenkbar verbunden ist. Das Gelenk 9 weist eine in der Ebene 4 liegende Biege-Achse 10 auf. Die Gelenke 9 weisen im Bereich der Biege-Achse 10 eine Dicke D_G auf, für die gilt: $D_G \approx 70 \mu\text{m}$ bis $90 \mu\text{m}$. Der Arm 8 weist eine sich in Richtung 6 vorspringende Wulst 11 auf, wobei der Arm 8 im Bereich der Wulst 11 eine Dicke D_W besitzt für die gilt: $D_W \approx 300 \mu\text{m}$. Der Arm 8 ist somit erheblich steifer als das Gelenk 9. Der Arm 8 weist in der Ebene 4 eine Breite L_A auf, die ungefähr dem Radius R_L der Linse 2 entspricht. Im Bereich des Gelenks 9 sind gegenüber dem Arm 8 zurückspringende Ausnehmungen 12 vorgesehen, um die Verschwenkbarkeit des Armes 8 an dem Gelenk 9 zu erleichtern. Die Ausnehmungen 12 weisen eine Tiefe auf, die ungefähr 20 % der Breite L_A des Armes 8 entspricht. Am äußeren Ende des Armes 8 ist ein weiteres als Filmscharnier ausgebildetes Gelenk 13 mit einer Biege-Achse 14 vorgesehen, das ähnlich zu dem Gelenk 9 aufgebaut ist. Über das Gelenk 13 ist ein als Abstütz-Element ausgebildeter Stütz-Steg 15 an dem Arm 8 verschwenkbar angelenkt. Der

- Stütz-Steg 15 springt gegenüber dem Gelenk 13 in Richtung 7 vor. Der Stütz-Steg 15 ist in der Ebene 4 gekrümmt ausgebildet, so daß er sich an den Äquatorialbereich des Kapselsacks eines Auges anlegen kann. Im Bereich des Gelenks 13 sind Ausnehmungen 16 vorgesehen, die gegenüber dem Arm 8 und dem Stütz-Steg 15 zurückspringen, um die Verschwenkbarkeit des Gelenks 13 zu erleichtern. Der Stütz-Steg 15 verjüngt sich in dem in Fig. 2 dargestellten Querschnitt in Richtung 7 und ist entlang seines Außenumfangs gekrümmt ausgebildet.
- 10 Die Gelenke 9 weisen eine Biegesteifigkeit B_I und die Gelenke 13 eine Biegesteifigkeit B_A auf. Hierbei wird für die Biegesteifigkeit die übliche Definition verwendet. Die Biegesteifigkeit ist das Produkt aus dem Elastizitätsmodul E und dem Flächenträgheitsmoment I des Querschnitts um die jeweils betrachtete Biege-Achse. Da bei den für das Implantat 1 verwendeten Polymerwerkstoffen der lineare Teil des Spannungs-Dehnungs-
- 15 Diagramms nur sehr gering ausgeprägt ist, wird zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls E die in der Norm DIN 13316 enthaltene Festlegung herangezogen, wonach der Elastizitätsmodul E das Verhältnis des Spannungsanstiegs zwischen 0,05 % und 0,25 % Dehnung und dieser Dehnungszunahme von 0,2 % bei ungehinderter Querschnittsdeformation darstellt. Umfangreiche Messungen und Computersimulationen haben ergeben, daß ein funktionsfähiges akkommodierbares Implantat 1 nur dann erhalten werden kann, wenn für die Biegesteifigkeit bestimmte Grenzwerte eingehalten werden. Die Summe S_Z der Biegesteifigkeiten B_I und B_A aller vier Hapti-
- 20 ken 3 muß bei $\leq 30,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $\leq 20,0 \text{ Nmm}^2$ und besonders vorteilhaft $\leq 11,2 \text{ Nmm}^2$ liegen. Für die Biegesteifigkeit B_I jedes Gelenks 9 gilt: $B_I \leq 3,0 \text{ Nmm}^2$, besonders vorteilhaft $B_I \leq 1,6 \text{ Nmm}^2$. Für die Biegesteifigkeit B_A eines Gelenks 13 gilt: $B_A \leq 2,0 \text{ Nmm}^2$, besonders vorteilhaft

$B_A \leq 1,2 \text{ Nmm}^2$. Nur bei diesen Biegesteifigkeiten ist sichergestellt, daß bei einer natürlichen konzentrischen Kontraktion des Kapselsacks eine ausreichende Akkommodation der Linse 2 stattfindet. Hinsichtlich des physiologischen Hintergrunds der Implantation des Implantats 1, sowie der
5 allgemeinen Funktionsweise einer akkommodierbaren Linse wird auf die PCT/FR 01/00407 verwiesen.

Im folgenden wird die Funktionsweise des Implantats 1 beschrieben. Bei einer Trübung der natürlichen Linse im menschlichen Auge wird diese aus
10 dem Kapselsack durch einen kleinen seitlichen Schnitt entfernt und anschließend das hierfür gefaltete Implantat 1 in den Kapselsack eingesetzt, so daß sich die Stütz-Stege 15 in der Äquatorial-ebene des Kapselsacks abstützen. Die Linse 2 wird so implantiert, daß ihre Anterior-Richtung 7 in den vorderen Bereich des Auges weist. Die Arme 8 führen dazu, daß das
15 vordere und hintere Kapselblatt voneinander getrennt bleiben. Träte eine Verklebung zwischen vorderem und hinterem Kapselblatt auf, so nähme die Elastizität der Linsenkapsel bereits so stark ab, daß nur geringe Akkommodationsleistungen erreicht werden können. Übt der Akkommodationsapparat des Auges von außen auf die Stütz-Stege 15 in Richtung auf
20 die Achse 5 orientierte Kräfte aus, so wird der Stütz-Steg 15 relativ zu dem Arm 8 und der Arm 8 relativ zu der Linse 2 verschwenkt, wodurch die Linse 2 in die Anterior-Richtung 7 verschoben wird. Durch die Parallelverschiebung der Linsen-Ebene 4 wird das Bild auf der Netzhaut scharf eingestellt. Die Biegesteifigkeiten der Gelenke 9 und 13 sind so eingestellt, daß
25 der Akkommodationsapparat des Auges eine geeignete Verschiebung der Linse 2 in die Anterior-Richtung 7 durchführen kann. Läßt die Kraft auf die Stütz-Stege 15 nach, so bewegt sich die Linse 2 automatisch aufgrund des Formgedächtnisses der Gelenke 9 und 13 in den ursprünglichen Aus-

gangszustand zurück. Die Wülste 11 dienen im verschwenkten Zustand der Haptiken 3 als Anschlag gegenüber dem posterioren Kapselblatt des Kapselsacks.

- 5 Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 3 bis 5 eine zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform, auf deren Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem
- 10 hochgesetzten Strich. Der wesentliche Unterschied gegenüber der ersten Ausführungsform besteht darin, daß das äußere Gelenk 13 nicht vorgesehen ist und der Stütz-Steg 15' direkt mit dem Arm 8' verbunden ist. Ausgehend von dem Gelenk 9' der Dicke D_G nimmt die Dicke des Armes 8' bis zur Dicke D_W zu und bleibt dann bis zum Stütz-Steg 15' konstant. Am
- 15 der Achse 5 zugewandten Ende des Gelenks 9' ist an der Ober- und Unterseite eine ringförmige, im Querschnitt rechtwinklige Kante 17 vorgesehen, die den Übergang zur Linse 2 bildet. Die Kante 17 wirkt als Barriere für die Proliferation der in der Linsenkapsel verbleibenden und den Nachstar auslösenden Linsenepithelzellen. Durch die Entstehung von fibrotischem
- 20 Nachstar würde die für die Akkommodation erforderliche Elastizität der Linsenkapsel sehr stark abnehmen, so daß die Akkommodationsfunktion nicht mehr gewährleistet werden könnte. Die ringförmigen Kanten 17 sind deshalb zur Vermeidung von Nachstar von eminenter Bedeutung. Das Implantat 1' unterscheidet sich von dem Implantat 1 gemäß der ersten Aus-
- 25 führungsform auch dadurch, daß nur drei Haptiken 3' vorgesehen sind, die um einen Winkel von 120° gegeneinander versetzt sind. Die Gelenke 9' weisen eine Biegesteifigkeit B_E je Gelenk auf. Für die Summe S_E der Biegesteifigkeiten B_E aller Gelenke 9' gilt: $S_E \leq 30,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere

$S_E \leq 20,0 \text{ Nmm}^2$, besonders vorteilhaft $S_E \leq 12,0 \text{ Nmm}^2$. Für die einzelnen Biegesteifigkeiten B_E gilt: $B_E \leq 6,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $B_E \leq 4,0 \text{ Nmm}^2$. Der Stütz-Steg 15' fluchtet in der in Fig. 3 dargestellten Draufsicht mit den seitlichen Rändern der Arme 8'.

5

Die Funktionsweise der zweiten Ausführungsform entspricht im wesentlichen der Funktionsweise der ersten Ausführungsform. Im Unterschied zur ersten Ausführungsform führt eine von außen auf die Stütz-Stege 15' ausgeübte Kraft nur zu einer Verschwenkung des Armes 8' relativ zur Linse 2, wodurch die Linsen-Ebene 4 in die Anterior-Richtung 7 verschoben wird und eine Akkommodation ermöglicht wird.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 eine dritte Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform, auf deren Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit zwei hochgesetzten Strichen. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel sind vier um 90° zueinander versetzte Haptiken 3'' vorgesehen. Die Gelenke 9'' weisen im wesentlichen dieselbe Dicke D_G wie bei der ersten Ausführungsform auf. Die Gelenke 13'' weisen eine Dicke D_A auf, die größer ist als die Dicke D_G . Die Wulst 11'' weist im wesentlichen dieselbe Dicke D_W wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel auf. Die in der Draufsicht (Fig. 6) sichtbaren Ausnehmungen 12'' entsprechen in ihren Proportionen im wesentlichen den Ausnehmungen 12 des ersten Ausführungsbeispiels. Die Ausnehmungen 16'' im Bereich des Gelenks 13'' sind sehr viel stärker zurückspringend ausgebildet, als die entsprechenden Ausnehmungen 16 beim ersten Ausführungsbeispiel. Sie sind ungefähr doppelt so tief. Zu-

sammen mit der größeren Dicke D_A des Gelenks 13'' im Vergleich zur Dicke D_G des Gelenks 13 kann dieselbe Biegesteifigkeit B_A wie bei der ersten Ausführungsform erreicht werden. Insgesamt gelten für die Biegesteifigkeiten B_I und B_A sowie die Summe S_Z der Biegesteifigkeiten dieselben Vorgaben wie bei der ersten Ausführungsform. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel besteht in der Ausgestaltung der Stütz-Stege 15''. Die Stütz-Stege 15'' sind bogenförmig nach Art eines Ringsektors mit einem Zentrumswinkel b ausgebildet, wobei gilt: $b \approx 77^\circ$. Dies bedeutet, daß ungefähr 85 % des äußeren Umfangs des Implantats 1'' von den gekrümmten Stütz-Stege 15'' umgeben ist. Darüber hinaus weisen die Stütz-Stege 15'' einen in Richtung 7 vorspringenden Vorsprung 18 sowie einen in Richtung 6 vorspringenden Vorsprung 19 auf, wobei der Vorsprung 18 bezogen auf die Achse 5 ungefähr fünfmal höher ist als der Vorsprung 19. Durch die Vorsprünge 18 und 19 werden das vordere und das hintere Kapselblatt der Linsenkapsel separiert, so daß keine Fusion zwischen den Kapselblättern stattfindet. Ferner wird durch den Vorsprung 18 die Kontaktfläche zwischen der Haptik 3'' und der Innenseite der Linsenkapsel dahingehend vergrößert, daß die radial nach innen gerichtete Kraft mit ihrer resultierenden, auf der in Fig. 7 links von der Ebene 4 dargestellten Seite der Haptik 3'' und damit auch neben der Biegelinie des Gelenks 9'' angreift. Zur Einstellung einer zum ersten Ausführungsbeispiel vergleichbaren Biegesteifigkeit B_A des Gelenks 13'' ist die Breite L_G des Gelenks 13'' geringer als die entsprechende Breite des Gelenks 13. Dafür ist die Dicke D_A des Gelenks 13'' größer als die Dicke D_G des Gelenks 13. Die ringförmige Ausgestaltung der Stütz-Stege 15'' dient der Vermeidung der Proliferation von Linsenepithelzellen, die sich hauptsächlich im äquatorialen Bereich der Linsekapsel aufhalten. Die Unterbrechungen zwischen den Stütz-Stege 15'' benachbarter Haptiken 3'' führen zu

einer Reduzierung der Steifigkeit. Dadurch wird bei dieser Ausführungsform die Wirkung eines Kapselspannreifens bzw. -rings und einer akkommodierbaren Intraokularlinse kombiniert. Der ringförmig ausgebildete Stütz-Steg 15'' wirkt als Barriere für die im äquatorialen Bereich der Lin-
5 senkapsel befindlichen Linsenepithelzellen. Ferner wird dadurch eine omnidirektionale und faltenfreie Aufspannung der beiden Kapselblätter erreicht. Zur Verstärkung der Wirkung des ringförmigen Stütz-Steges 15'' kann in dessen Außenfläche eine kleine tangential umlaufende Rille 20
10 eingebracht sein. Diese Rille 20 kann zur zusätzlichen Verstärkung der Nachstar-inhibierenden Wirkung an den stirnseitigen Enden der ringförmigen Stütz-Stege 15'' verschlossen sein. Dadurch werden die Linseepithelzellen in diese Rille eingeschlossen und können somit nicht mehr proliferieren.

Patentansprüche

1. Akkommodierbares Implantat zur Aufnahme im Kapselsack eines
Auges mit
 - 5 a. einer optischen Linse (2) mit einer Linsen-Ebene (4) und einer senkrecht zu dieser und mittig durch die Linse (2) verlaufenden Linsen-Achse (5) und
 - b. mindestens zwei Haptiken (3; 3'; 3''), wobei jede Haptik (3; 3'; 3'')
 - 10 i. sich von der Linse (2) radial nach außen erstreckt,
 - ii. mit der Linse (2) einteilig ausgebildet ist,
 - iii. einen Arm (8; 8'; 8'') aufweist, der an der Linse (2) mit einem ersten Gelenk (9; 9'; 9'') angelenkt ist und
 - 15 iv. ein mit dem äußeren Ende des Armes (8; 8', 8'') verbundenes Abstütz-Element (15, 15'; 15'') zur Abstützung im Äquatorialbereich des Kapselsacks aufweist.
2. Implantat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das
Abstütz-Element (15; 15'') an dem Arm (8; 8'') mit einem zweiten
20 Gelenk (13; 13'') angelenkt ist.
3. Implantat gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß
das erste Gelenk (9; 9'; 9'') und/oder das zweite Gelenk (13; 13'')
als Filmscharnier ausgebildet ist.
25
4. Implantat gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Linse (2) eine parallel zur Linsen-Achse (5) verlaufende Anterior-Richtung (7) sowie eine hierzu entgegengesetzte Posterior-Richtung (6) aufweist.

5. Implantat gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (8; 8'; 8'') eine in die Posterior-Richtung (6) vorstehende Wulst (11; 11'; 11'') aufweist.
- 5
6. Implantat gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Abstütz-Element (15; 15'; 15'') gegenüber dem Arm (8; 8'; 8'') in die Anterior-Richtung (7) hervorsteht.
- 10
7. Implantat gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (8; 8'; 8'') gegenüber der Linsen-Ebene (4) um einen Winkel α in die Posterior-Richtung (6) geneigt ist.
- 15
8. Implantat gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß die Abstütz-Elemente (15') mit den jeweiligen Armen (8') nicht gelenkig verbunden sind, das erste Gelenk (9') eine Biegesteifigkeit B_E besitzt.
- 20
9. Implantat gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Summe S_E der Biegesteifen B_E der mindestens zwei ersten Gelenke (9') gilt: $S_E \leq 30,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $S_E \leq 20,0 \text{ Nmm}^2$ und besonders vorteilhaft $S_E \leq 12,0 \text{ Nmm}^2$.
- 25
10. Implantat gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei drei Haptiken (3') für die Biegesteifigkeit B_E jedes ersten Gelenks (9') gilt: $B_E \leq 6,0 \text{ mm}^2$, insbesondere $B_E \leq 4,0 \text{ Nmm}^2$.

11. Implantat gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegesteifigkeit jedes ersten Gelenks (9; 9'') B_I und die Biegesteifigkeit jedes zweiten Gelenks (13; 13'') B_A ist.
- 5 12. Implantat gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß für die Summe S_Z der Biegesteifigkeiten B_I und B_A aller Gelenke (9, 13; 9'', 13'') gilt: $S_Z \leq 30,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $S_Z \leq 20,0 \text{ Nmm}^2$ und besonders vorteilhaft $S_Z \leq 11,2 \text{ Nmm}^2$.
- 10 13. Implantat gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei vier Haptiken (3; 3'') für die Biegesteifigkeit B_I jedes ersten Gelenks (9; 9'') gilt: $B_I \leq 3,0 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $B_I \leq 1,6 \text{ Nmm}^2$.
- 15 14. Implantat gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß für die Biegesteifigkeit B_A jedes zweiten Gelenks (13; 13'') gilt: $B_A \leq 2,4 \text{ Nmm}^2$, insbesondere $B_A \leq 1,2 \text{ Nmm}^2$.

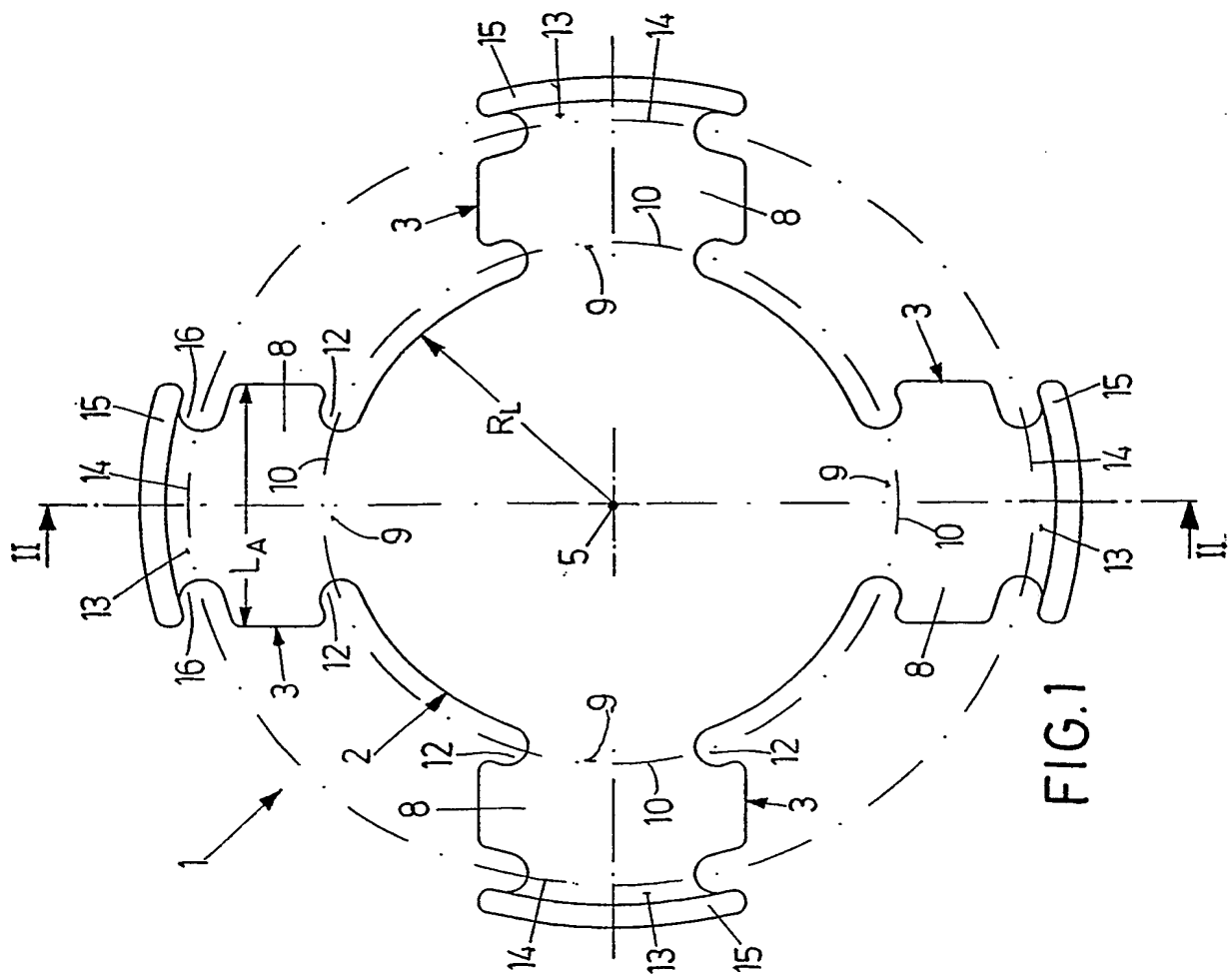


FIG.1

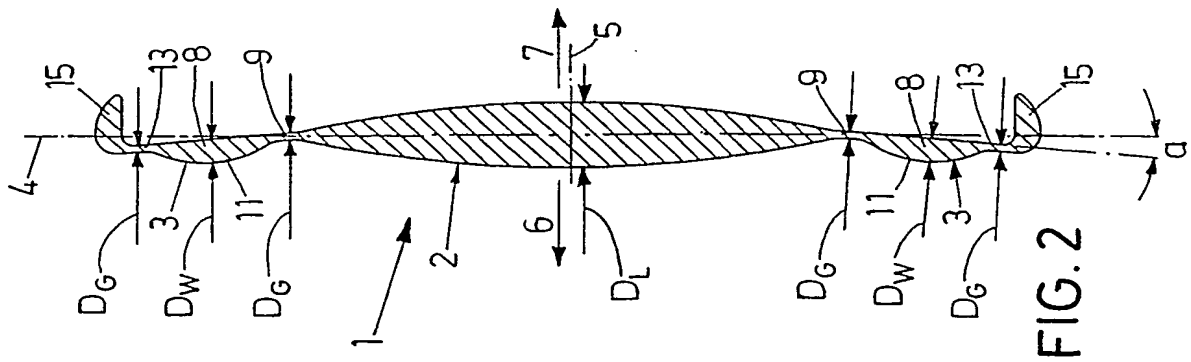
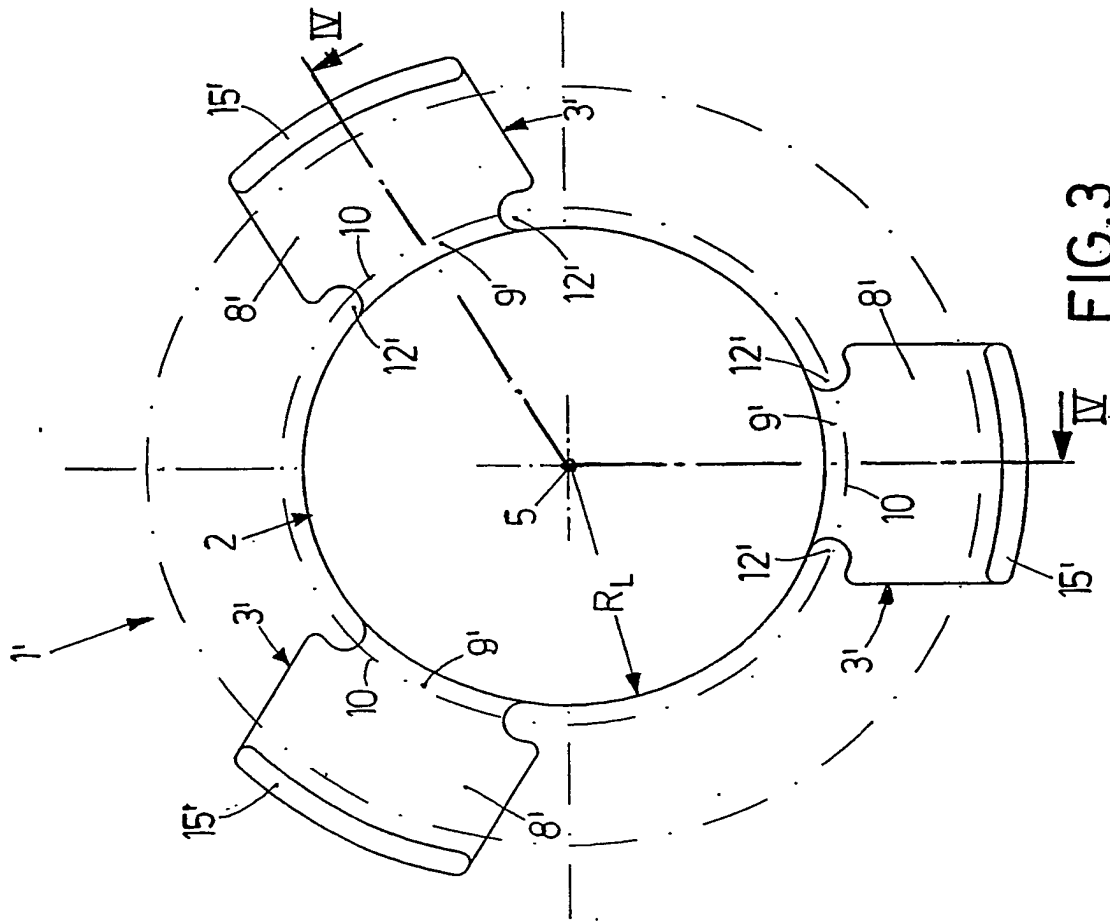
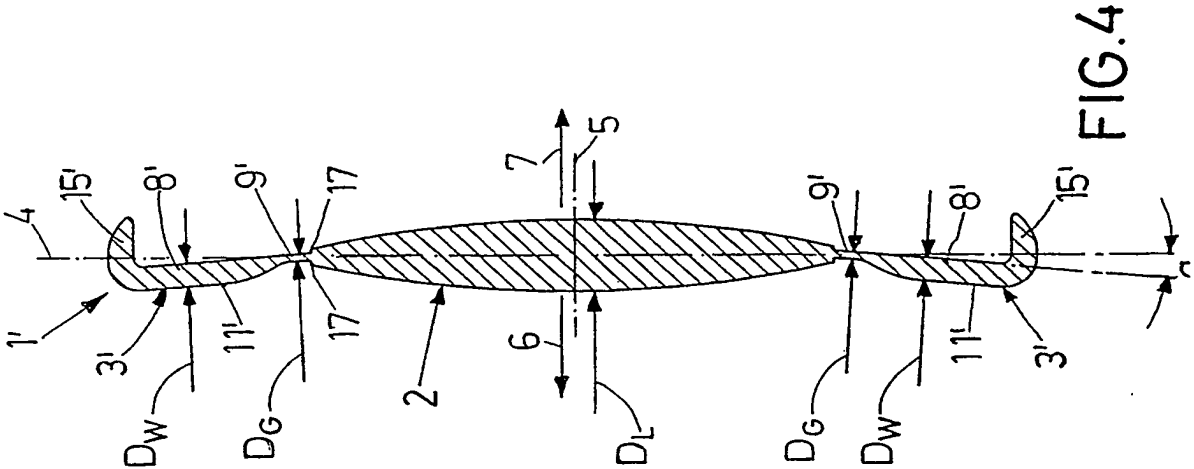


FIG.2



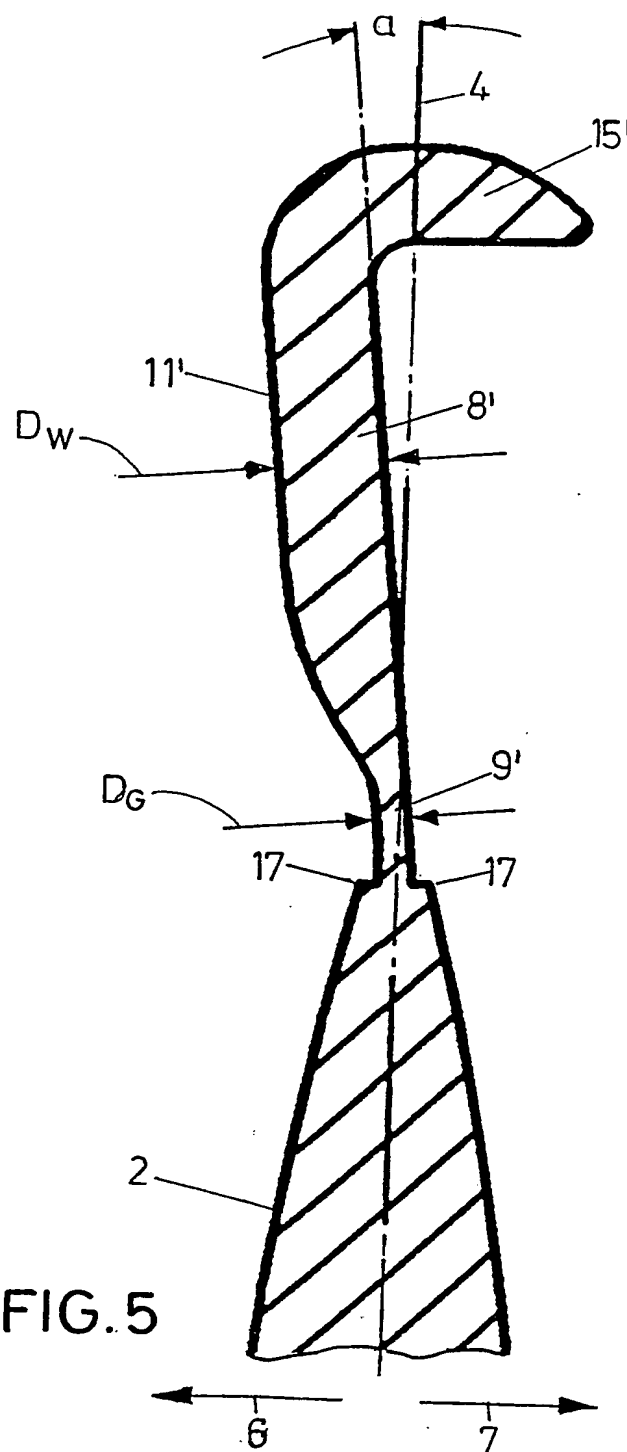
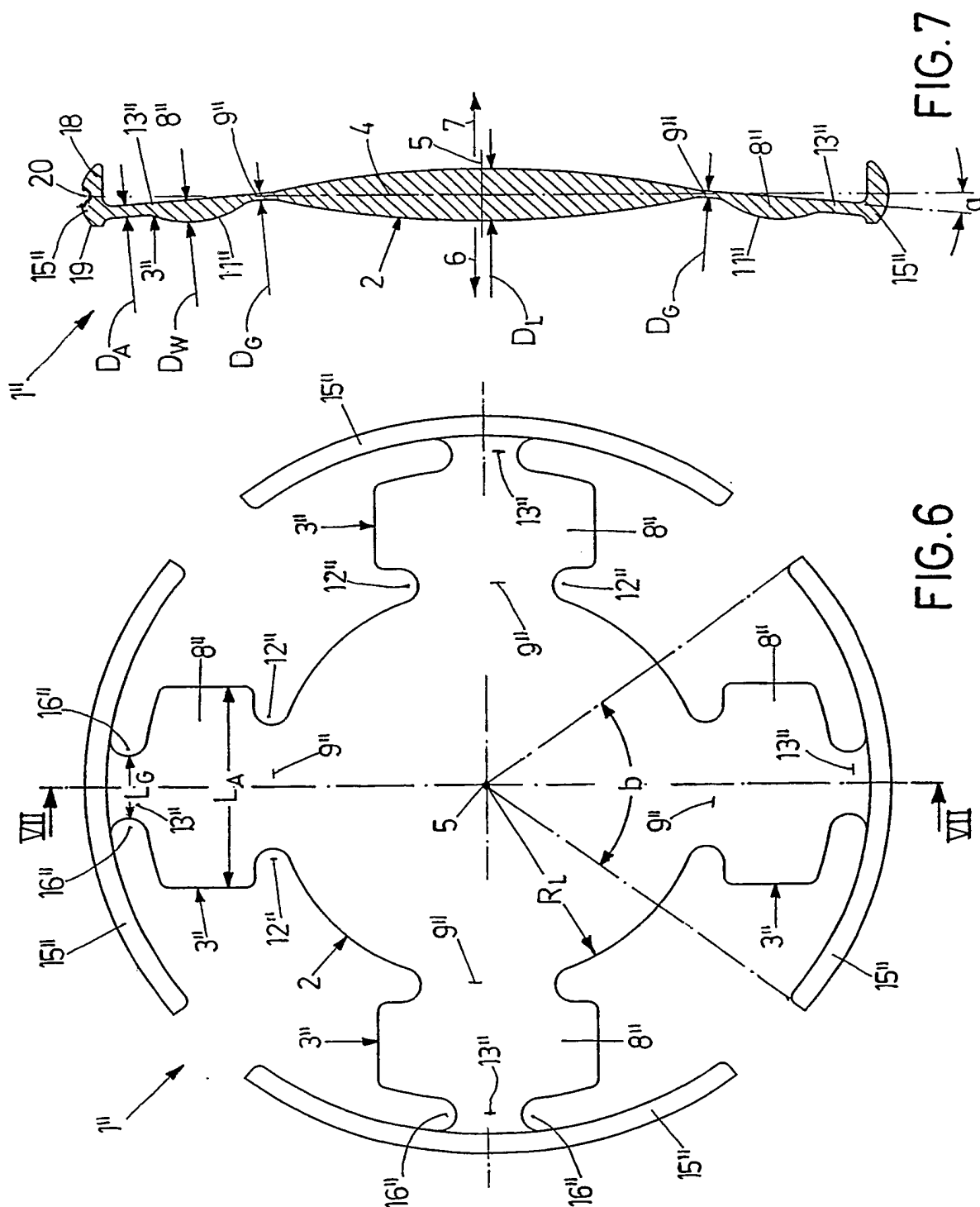


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/08314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61F2/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | EP 1 108 402 A (BOEHM HANS GEORG) 20 June 2001 (2001-06-20) paragraph '0007! - paragraph '0008!; figures 2-4 | 1,2,8,11 |
| A | --- | 3,4 |
| X | DE 199 38 530 A (TOMALLA KARIN) 11 January 2001 (2001-01-11) column 2, line 43 - column 3, line 3; figures column 3, line 53 - line 65 | 1,2,8 |
| X | WO 96 25126 A (CUMMING J STUART) 22 August 1996 (1996-08-22) claim 1; figures --- | 1,3-5,8 |
| | --- -/-- | |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 December 2002

Date of mailing of the international search report

16/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Neumann, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/08314

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| P, X | <p>WO 01 60286 A (HUMANOPTICS AG ;HANNA KHALIL (FR)) 23 August 2001 (2001-08-23) cited in the application page 11, line 9 -page 12, line 14; figures 5-7,11,13,21 page 14, line 8 - line 19 -----</p> | 1-8,11 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/08314

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 1108402 | A | 20-06-2001 | DE 10062218 A1 | 12-07-2001 |
| | | | EP 1108402 A2 | 20-06-2001 |
| | | | US 2002095212 A1 | 18-07-2002 |
| DE 19938530 | A | 11-01-2001 | DE 19938530 A1 | 11-01-2001 |
| WO 9625126 | A | 22-08-1996 | CA 2212459 A1 | 22-08-1996 |
| | | | EP 0812166 A1 | 17-12-1997 |
| | | | JP 11500030 T | 06-01-1999 |
| | | | US 2002068971 A1 | 06-06-2002 |
| | | | WO 9625126 A1 | 22-08-1996 |
| | | | US 6387126 B1 | 14-05-2002 |
| WO 0160286 | A | 23-08-2001 | FR 2804860 A1 | 17-08-2001 |
| | | | AU 3565801 A | 27-08-2001 |
| | | | DE 20111320 U1 | 18-10-2001 |
| | | | EP 1255508 A1 | 13-11-2002 |
| | | | WO 0160286 A1 | 23-08-2001 |
| | | | US 2002138140 A1 | 26-09-2002 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08314

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61F2/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | EP 1 108 402 A (BOEHM HANS GEORG) 20. Juni 2001 (2001-06-20) Absatz '0007! - Absatz '0008!; Abbildungen 2-4 | 1,2,8,11 |
| A | ---- | 3,4 |
| X | DE 199 38 530 A (TOMALLA KARIN) 11. Januar 2001 (2001-01-11) Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 3; Abbildungen Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 65 | 1,2,8 |
| X | WO 96 25126 A (CUMMING J STUART) 22. August 1996 (1996-08-22) Anspruch 1; Abbildungen ----- -/- | 1,3-5,8 |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Dezember 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Neumann, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08314

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| P,X | <p>WO 01 60286 A (HUMANOPTICS AG ;HANNA KHALIL (FR)) 23. August 2001 (2001-08-23) in der Anmeldung erwähnt Seite 11, Zeile 9 -Seite 12, Zeile 14; Abbildungen 5-7,11,13,21 Seite 14, Zeile 8 - Zeile 19 -----</p> | 1-8,11 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08314

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 1108402 | A | 20-06-2001 | DE 10062218 A1 | 12-07-2001 |
| | | | EP 1108402 A2 | 20-06-2001 |
| | | | US 2002095212 A1 | 18-07-2002 |
| DE 19938530 | A | 11-01-2001 | DE 19938530 A1 | 11-01-2001 |
| WO 9625126 | A | 22-08-1996 | CA 2212459 A1 | 22-08-1996 |
| | | | EP 0812166 A1 | 17-12-1997 |
| | | | JP 11500030 T | 06-01-1999 |
| | | | US 2002068971 A1 | 06-06-2002 |
| | | | WO 9625126 A1 | 22-08-1996 |
| | | | US 6387126 B1 | 14-05-2002 |
| WO 0160286 | A | 23-08-2001 | FR 2804860 A1 | 17-08-2001 |
| | | | AU 3565801 A | 27-08-2001 |
| | | | DE 20111320 U1 | 18-10-2001 |
| | | | EP 1255508 A1 | 13-11-2002 |
| | | | WO 0160286 A1 | 23-08-2001 |
| | | | US 2002138140 A1 | 26-09-2002 |

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)